

06.12.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

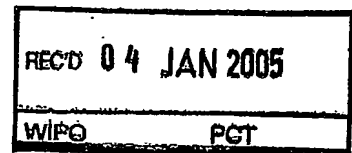
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 8 9 6 9 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 8 9 6 9 1]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

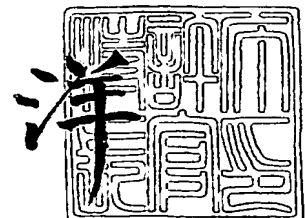


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 7 2 3 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 JPP030144
【提出日】 平成15年11月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/31
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 小林 保男
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 川村 剛平
【特許出願人】
 【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100091513
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 井上 俊夫
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 034359
 【納付金額】 21,000円
【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成15年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「マイクロ波励起高密度プラズマ技術を用いた半導体製造装置の技術開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9105399

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

処理容器内の載置台と対向するように設けられ、マイクロ波を放射するためのスロットが周方向に沿って形成された平面アンテナ部材と、前記載置台と前記平面アンテナ部材との間に設けられ、平面アンテナ部材から放射されるマイクロ波が透過する誘電体プレートと、この誘電体プレートと前記載置台との間において誘電体プレートに対して空間を介して設けられ、導電性部材からなるガス供給部と、前記空間と載置台側の空間との間でガスが通流できるように前記ガス供給部を貫通して形成された開口部と、を備えたプラズマ処理装置を用い、

処理容器内の載置台に基板を搬入する工程と、

前記処理容器内に希ガスを供給しかつ前記ガス供給部から炭素とフッ素とを含む化合物ガスである成膜ガスを処理容器内に供給すると共に、前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記希ガス及び成膜ガスをプラズマ化して基板表面にフッ素添加カーボン膜を成膜する工程と、

1枚の基板が成膜処理されて処理容器の外に搬出される度毎に、酸素の活性種を発生させるためのクリーニングガスを処理容器内に供給し、前記平面アンテナ部材からのマイクロ波により前記クリーニングガスをプラズマ化して前記誘電体プレートの表面を含む処理容器内をクリーニングする工程と、

次いで前記ガス供給部から炭素とフッ素とを含む化合物の成膜ガスを処理容器内に供給すると共に、前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記成膜ガスをプラズマ化して処理容器内にプリコート膜としてフッ素添加カーボン膜をプリコートする工程と、

その後、次の基板を処理容器内の載置台に搬入する工程と、を含むことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2】

ガス供給部はアルミニウムまたはアルミニウム合金からなることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 3】

処理容器内をクリーニングする工程の後、プリコートする工程の前に、酸素の活性種を発生させるガスと希ガスとの混合ガスを処理容器内に供給すると共に前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記混合ガスをプラズマ化してガス供給部のアルミニウムまたはアルミニウム合金の表面を酸化処理する工程を行うことを特徴とする

【請求項 4】

処理容器内をクリーニングする工程及びプリコートする工程は、載置台にダミー基板を載置して行われることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【請求項 5】

処理容器内の載置台と対向するように設けられ、マイクロ波を放射するためのスロットが周方向に沿って形成された平面アンテナ部材と、前記載置台と前記平面アンテナ部材との間に設けられ、平面アンテナ部材から放射されるマイクロ波が透過する誘電体プレートと、この誘電体プレートと前記載置台との間において誘電体プレートに対して空間を介して設けられ、導電性部材からなるガス供給部と、前記空間と載置台側の空間との間でガスが通流できるように前記ガス供給部を貫通して形成された開口部と、を備えたプラズマ処理装置を用い、

処理容器内の載置台に基板を搬入する工程と、

前記ガス供給部から炭素とフッ素とを含む化合物ガスである成膜ガスを処理容器内に供給すると共に、前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記成膜ガスをプラズマ化して基板表面にフッ素添加カーボン膜を成膜する工程と、

1枚の基板が成膜処理されて処理容器の外に搬出される度毎に、酸素の活性種を発生させるためのクリーニングガスを処理容器内に供給し、前記平面アンテナ部材からのマイクロ波により前記クリーニングガスをプラズマ化して前記誘電体の表面を含む処理容器内をクリーニングする工程と、

次いで酸素の活性種を発生させるガスと希ガスとの混合ガスを処理容器内に供給すると共に前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記混合ガスをプラズマ化してガス供給部のアルミニウムまたはアルミニウム合金の表面を酸化処理する工程と、

その後、次の基板を処理容器内の載置台に搬入する工程と、を含むことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項6】

前記希ガスは、アルゴンガス、ヘリウムガス、ネオンガス、クリプトンガス及びキセノンガスより選ばれることを特徴とする請求項3または4記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】

処理容器内をクリーニングする工程は、載置台にダミー基板を載置して行われることを特徴とする請求項5または6記載のプラズマ処理方法。

【請求項8】

処理容器内に設けられた載置台に基板を載置し、マイクロ波により炭素とフッ素とを含む化合物ガスである成膜ガスをプラズマ化し前記基板表面にフッ素添加カーボン膜を成膜する装置において、

前記載置台と対向するように設けられ、マイクロ波を処理容器内に放射するためのスロットが周方向に沿って形成された平面アンテナ部材と、

前記載置台と前記平面アンテナ部材との間に設けられ、平面アンテナ部材から放射されるマイクロ波が透過する誘電体プレートと、

この誘電体プレートと前記載置台との間において誘電体プレートに対して空間を介して設けられ、前記成膜ガスを処理容器内に供給する導電性部材からなる第1のガス供給部と

、前記空間と載置台側の空間との間でガスが通流できるように前記第1のガス供給部を貫通して形成された開口部と、

酸素の活性種を発生させるためのクリーニングガスを処理容器内に供給するための第2のガス供給部と、

1枚の基板を成膜処理して処理容器から搬出する度毎に、前記クリーニングガスをマイクロ波でプラズマ化し前記誘電体プレートの表面を含む処理容器内をクリーニングし、次いで処理容器内に成膜ガスを供給してフッ素添加カーボン膜からなるプリコート膜を成膜するためのプログラムを備えた制御部と、を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば半導体装置の層間絶縁膜などに用いられるフッ素添加カーボン膜をプラズマにより成膜する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の高集積化を図るための手法の一つとして配線を多層化する技術があり、多層配線構造をとるためには、 n 番目の配線層と $(n+1)$ 番目の配線層とを導電層で接続すると共に導電層以外の領域は層間絶縁膜と呼ばれる薄膜が形成される。この層間絶縁膜の代表的なものとして SiO_2 膜があるが、近年デバイスの動作についてより一層の高速化を図るために層間絶縁膜の比誘電率を低くすることが要求されている。このような要請により、炭素(C)及びフッ素(F)の化合物であるフッ素添加カーボン膜(フロロカーボン膜)が注目されている。 SiO_2 膜の比誘電率が4付近であるのに対して、フッ素添加カーボン膜は、原料ガスの種類を選定すれば比誘電率が例えば2.5以下になることから層間絶縁膜として極めて有効な膜である。

【0003】

特許文献1には、原料ガスとして C_5F_8 を用い、2.45GHzのマイクロ波と875 Gaussの磁場との相互作用により電子サイクロトロン共鳴(ECR)を起こしてArガスなどのプラズマ発生用のガスをプラズマ化し、このプラズマにより原料ガスをプラズマ化して半導体ウエハ(以下ウエハという)上にフッ素添加カーボン膜を成膜する技術が記載されている。また通常の成膜装置と同様にウエハの成膜処理を重ねるうちに処理容器の内壁や載置台周辺にフッ素添加カーボン膜が堆積し、この膜厚がある程度の厚さを越えると付着膜が剥がれてパーティクルの要因になることから、成膜処理を所定回数行った後に例えばウエハの処理枚数が12枚に達したときに処理容器内を酸素プラズマによりクリーニングし、次いで処理容器の内壁にフッ素添加カーボン膜からなるプリコート膜を成膜することが記載されている。

【0004】

【特許文献1】 特開平10-44667号公報(段落0019、0023)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながらECRプラズマ処理装置により成膜されたフッ素添加カーボン膜は、リーク電流が大きく、また膜が脆くて密着性が悪いという課題があり、このため実際のデバイスに使用できるだけのフッ素添加カーボン膜を得ることができない。そこで本発明者は、図5に示すプラズマ処理装置に着目して研究を進めている。この装置は次のようなメカニズムでフッ素添加カーボン膜が成膜されると考えられている。即ちマイクロ波を放射するためのスロットが渦巻き状にあるいは同心円状に沿って形成された平面アンテナ部材8をアルミナなどの誘電体プレート(誘電体窓)80を通じて処理容器81の上部空間82に導き、この空間82に存在するAr(アルゴン)ガスをプラズマ化する。そしてアルミニウム製のシャワーヘッド83から供給された C_5F_8 ガスが当該シャワーヘッド83に形成された開口部(貫通口)84を介して空間82に拡散しここで C_5F_8 ガスがArプラズマによりプラズマ化され、CF化合物の活性種が載置台85上のウエハWに降り注いでフッ素添加カーボン膜が成膜される。この方法により得られたフッ素添加カーボン膜はリーク電流が小さく、密着性にも優れている。

【0006】

このように膜質に差が生じる理由は、ECRプラズマ処理装置に比べて図5に示す装置においては、成膜空間のプラズマ密度が高くかつ電子温度が低いことによると推察される。ところで誘電体プレート80にフッ素添加カーボン膜が付着すると誘電体プレート80

とは材質が異なるため、マイクロ波の一部がここで吸収され、ここに付着するフッ素添加カーボン膜の膜厚は面内で均一ではないから、水平面で見たときにマイクロ波の吸収の度合いが異なってその透過の均一性が悪くなり、このためプラズマの均一性が低下し、ウエハ上の成膜処理に悪影響を与えてしまう。この影響の程度は誘電体プレート80に付着する付着膜の膜厚とウエハ上の目標膜厚との関係に左右されるが、層間絶縁膜の薄膜化が進みつつある状況下からすると、付着膜の存在自体が問題であり、また付着膜の膜厚により前記影響の程度が変わってくるはずであるから、ウエハW間における膜厚の差異も生じてしまうはずである。

【0007】

更に図5の装置では、ガスシャワーヘッド83として耐食性の大きいアルミニウム部材を用いている。アルミニウムはCF系のガスであるC5F8ガスのプラズマによりアルミニウムとフッ素との結合が生成されて表面に不働態膜が形成されるが、クリーニング時に酸素プラズマに触れると不働態膜が分解してアルミニウムが剥きだしになってしまう。そしてガスシャワーヘッド83はプラズマ発光領域である空間82を介して平面アンテナ部材81に対向しているので、ウエハWに対して成膜処理を行っているときに、A_rイオンからのスパッタリング作用をまともに受け、このためウエハWに対するアルミニウムによる汚染が懸念される。

【0008】

本発明はこのような背景の下になされたものであり、その目的は低誘電率であって、リーク電流の少ないフッ素添加カーボン膜を得ることができ、また基板間におけるフッ素添加カーボン膜の膜厚の均一性（面間均一性）を低下させることなく、更に基板に対する汚染を抑えることのできるプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のプラズマ処理方法は、処理容器内の載置台と対向するように設けられ、マイクロ波を放射するためのスロットが周方向に沿って形成された平面アンテナ部材と、前記載置台と前記平面アンテナ部材との間に設けられ、平面アンテナ部材から放射されるマイクロ波が透過する誘電体プレートと、この誘電体プレートと前記載置台との間において誘電体プレートに対して空間を介して設けられ、導電性部材からなるガス供給部と、前記空間と載置台側の空間との間でガスが通流できるように前記ガス供給部を貫通して形成された開口部と、を備えたプラズマ処理装置を用い、

処理容器内の載置台に基板を搬入する工程と、

前記処理容器内に希ガスを供給しかつ前記ガス供給部から炭素とフッ素とを含む化合物ガスである成膜ガスを処理容器内に供給すると共に、前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記希ガス及び成膜ガスをプラズマ化して基板表面にフッ素添加カーボン膜を成膜する工程と、

1枚の基板が成膜処理されて処理容器の外に搬出される度毎に、酸素の活性種を発生させるためのクリーニングガスを処理容器内に供給し、前記平面アンテナ部材からのマイクロ波により前記クリーニングガスをプラズマ化して前記誘電体プレートの表面を含む処理容器内をクリーニングする工程と、

次いで前記ガス供給部から炭素とフッ素とを含む化合物の成膜ガスを処理容器内に供給すると共に、前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記成膜ガスをプラズマ化して処理容器内にプリコート膜としてフッ素添加カーボン膜をプリコートする工程と、

その後、次の基板を処理容器内の載置台に搬入する工程と、を含むことを特徴とする。

【0010】

成膜処理時に用いられる希ガスは、例えば前記ガス供給部と誘電体プレートとの間の空間に当該ガス供給部とは別個の手段により供給するようにしてもよいし、あるいは当該ガス供給部を利用して供給するようにしてもよい。またプリコート工程は、成膜処理時と同

様に成膜ガスの他に Ar ガスなどの希ガスを処理容器内に供給するようにしてもよい。ガス供給部は例えばアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる。そして処理容器内をクリーニングする工程及びプリコートする工程は、載置台にダミー基板を載置して行われることが好ましい。

【0011】

本発明は、処理容器内をクリーニングする工程の後、プリコートする工程の前に、酸素の活性種を発生させるガスと希ガスとの混合ガスを処理容器内に供給すると共に前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを通してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記混合ガスをプラズマ化してそのプラズマによりガス供給部のアルミニウムまたはアルミニウム合金の表面を酸化処理するようにしてもよい。

【0012】

他の発明のプラズマ処理方法は、処理容器内の載置台と対向するように設けられ、マイクロ波を放射するためのスロットが周方向に沿って形成された平面アンテナ部材と、前記載置台と前記平面アンテナ部材との間に設けられ、平面アンテナ部材から放射されるマイクロ波が透過する誘電体プレートと、この誘電体プレートと前記載置台との間において誘電体プレートに対して空間を介して設けられ、導電性部材からなるガス供給部と、前記空間と載置台側の空間との間でガスが通流できるように前記ガス供給部を貫通して形成された開口部と、を備えたプラズマ処理装置を用い、

処理容器内の載置台に基板を搬入する工程と、

前記ガス供給部から炭素とフッ素とを含む化合物ガスである成膜ガスを処理容器内に供給すると共に、前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを通してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記成膜ガスをプラズマ化して基板表面にフッ素添加カーボン膜を成膜する工程と、

1枚の基板が成膜処理されて処理容器の外に搬出される度毎に、酸素の活性種を発生させるためのクリーニングガスを処理容器内に供給し、前記平面アンテナ部材からのマイクロ波により前記クリーニングガスをプラズマ化して前記誘電体の表面を含む処理容器内をクリーニングする工程と、

次いで酸素の活性種を発生させるガスと希ガスとの混合ガスを処理容器内に供給すると共に前記平面アンテナ部材から誘電体プレートを通してマイクロ波を放射し、このマイクロ波により前記混合ガスをプラズマ化してガス供給部のアルミニウムまたはアルミニウム合金の表面を酸化処理する工程と、

その後、次の基板を処理容器内の載置台に搬入する工程と、を含むことを特徴とする。なお希ガスとしては、例えばアルゴンガス、ヘリウムガス、ネオンガス、クリプトンガス、キセノンガスより選ばれる。またこの発明において、処理容器内をクリーニングする工程は、載置台にダミー基板を載置して行われることが好ましい。

【0013】

また本発明のプラズマ処理装置は、処理容器内に設けられた載置台に基板を載置し、マイクロ波により炭素とフッ素とを含む化合物ガスである成膜ガスをプラズマ化し前記基板表面にフッ素添加カーボン膜を成膜する装置において、

前記載置台と対向するように設けられ、マイクロ波を処理容器内に放射するためのスロットが周方向に沿って形成された平面アンテナ部材と、

前記載置台と前記平面アンテナ部材との間に設けられ、平面アンテナ部材から放射されるマイクロ波が透過する誘電体プレートと、

この誘電体プレートと前記載置台との間において誘電体プレートに対して空間を介して設けられ、前記成膜ガスを処理容器内に供給する導電性部材からなる第1のガス供給部と

、前記空間と載置台側の空間との間でガスが通流できるように前記第1のガス供給部を貫通して形成された開口部と、

酸素の活性種を発生させるためのクリーニングガスを処理容器内に供給するための第2のガス供給部と、

1枚の基板を成膜処理して処理容器から搬出する度毎に、前記クリーニングガスをマイクロ波でプラズマ化し前記誘電体プレートの表面を含む処理容器内をクリーニングし、次いで処理容器内に成膜ガスを供給してフッ素添加カーボン膜からなるプリコート膜を成膜するためのプログラムを備えた制御部と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、載置台と対向する平面アンテナ部材からマイクロ波を放射し、また平面アンテナ部材と載置台との間に導電性部材からなるガス供給部を設けたプラズマ処理装置を用いているため、高密度なしかも電子温度の低いプラズマが得られ、このため低誘電率でリーク電流の小さいフッ素添加カーボン膜が得られる。また1枚のウエハWに対して成膜処理が行われる毎に酸素の活性種を含むプラズマにより処理容器内をクリーニングしているため、成膜処理により誘電体プレートに付着したフッ素添加カーボン膜が常に次の基板の成膜処理の前に除去され、マイクロ波の吸収によるその透過の不均一性に基づく成膜処理への悪影響を回避できる。

【0015】

そして1枚の基板を成膜処理する度毎にクリーニング工程、プリコート工程を行っているため、各基板間で処理環境が同じであるからつまりプリコート膜の膜厚が同じであるから、基板間における膜厚の均一性は良好である。またガス供給部としてアルミニウム部材あるいはアルミニウム合金部材を用いる場合には、剥きだしになったアルミニウムの表面がプリコート膜により保護される。更にまたクリーニング工程の後、希ガスと酸素の活性種を発生させるガスとの混合ガスのプラズマによりアルミニウムまたはアルミニウム合金の表面を酸化処理することにより、密着性の高い酸化膜が表面に形成され、基板に対する汚染が防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明のプラズマ成膜方法の実施の形態を説明するにあたり、先ずこの方法に用いられる好ましいプラズマ処理装置について図1～図3を参照しながら述べておく。図中1は、例えばアルミニウムからなる処理容器（真空チャンバ）であり、この処理容器1内には、例えば窒化アルミニウムあるいは酸化アルミニウムなどからなる載置台2が設けられている。この載置台2は表面部に静電チャック21が設けられており、この静電チャック21の電極は、スイッチ22を介して直流電源23に接続されている。また載置台2の内部には、温調手段である温調媒体の流路24が設けられており、流入路25からの温調媒体である冷媒が流路24内を流れて流出路26から排出され、この温調媒体及び図示しないヒータによって載置台2上の基板である半導体ウエハ（以下ウエハという）Wが所定温度に維持されることとなる。また載置台2には例えば13.56MHzのバイアス用高周波電源27が接続されている。

【0017】

更に載置台2の上方には、例えば平面形状が略円形状のガスシャワーヘッドとして構成された導電体例えばアルミニウムからなる第1のガス供給部3が設けられ、この第1のガス供給部3における載置台2と対向する面には多数のガス供給孔31が形成されている。この第1のガス供給部3の内部には、例えば図2に示すようにガス供給孔31と連通する格子状のガス流路32が形成されており、このガス流路32にはガス供給路33が接続されている。このガス供給路33には、炭素とフッ素とを含む処理ガスである成膜ガス例えばC5F8ガスのガス供給源34がガス供給機器群35を介して接続されており、C5F8ガスはガス供給路33及びガス供給孔31を通じて処理容器1内に供給されることとなる。なおガス供給機器群35はバルブや流量調整部であるマスフローコントローラなどを含むものである。

【0018】

ガス供給部3には、図2に示すように当該ガス供給部3を貫通するように、多数の開口部36が形成されている。この開口部36は、プラズマを当該ガス供給部3の下方側の空

間に通過させるためのものであり、例えば隣接するガス流路 3 2 同士の間に形成されている。

【0019】

第 1 のガス供給部 3 の上方側には、第 2 のガス供給部であるガス供給路をなすガス供給路 4 が設けられている。このガス供給路 4 の基端側は分岐管 4 1、4 2、4 3 に分岐されており、分岐管 4 1 にはガス供給機器群 5 1 及び希ガスである例えば Ar (アルゴン) ガスのガス供給源 5 2 が接続され、分岐管 4 2 にはガス供給機器群 5 3 及び O₂ (酸素) ガスのガス供給源 5 4 が接続され、分岐管 4 3 にはガス供給機器群 5 5 及び H₂ (水素) ガスのガス供給源 5 6 が接続されている。なおガス供給機器群 5 1、5 3、5 5 はバルブや流量調整部であるマスフローコントローラなどを含むものである。

【0020】

前記ガス供給部 3 の上部側には、誘電体例えばアルミナあるいは石英などからなるプレート (マイクロ波透過窓) 6 が設けられ、この誘電体プレート 6 の上部側には、当該誘電体プレート 6 と密接するようにアンテナ部 7 が設けられている。このアンテナ部 7 は、図 3 にも示すように、平面形状が円形の扁平なアンテナ本体 7 0 と、このアンテナ本体 7 0 の下面側に設けられ、多数のスロットが形成された円板状の平面アンテナ部材 (スロット板) 7 1 とを備えている。これらアンテナ本体 7 0 と平面アンテナ部材 7 1 とは導体により構成されており、同軸導波管 1 1 に接続されている。アンテナ本体 7 0 は、この例では 2 つの部材に分割された構成となっており、図示しない外部からの冷媒流路を介して冷媒が通流する冷媒溜 7 2 が内部に形成されている。なお図 3 において、アンテナ本体 7 0、及び同軸導波管 1 1 とアンテナ部 7 との接合構造は略解して記載してある。

【0021】

また前記平面アンテナ部材 7 1 とアンテナ本体 7 0 との間には、例えばアルミナや酸化ケイ素、窒化ケイ素等の低損失誘電体材料により構成された遅相板 7 3 が設けられている。この遅相板 7 3 はマイクロ波の波長を短くして前記導波管 4 1 内の管内波長を短くするためのものである。この実施の形態では、これらアンテナ本体 7 0、平面アンテナ部材 7 1 及び遅相板 7 3 によりラジアルラインスロットアンテナ (RLSA) が構成されている。

【0022】

このように構成されたアンテナ部 7 は、前記平面アンテナ部材 7 1 が誘電体プレート 6 に密接するように図示しないシール部材を介して処理容器 1 に装着されている。そしてこのアンテナ部 7 は同軸導波管 1 1 を介して外部のマイクロ波発生手段 1 2 と接続され、例えば周波数が 2.45 GHz あるいは 8.4 GHz のマイクロ波が供給されるようになっている。そして同軸導波管 1 1 の外側の導波管 1 1 A はアンテナ本体 7 0 に接続され、中心導体 1 1 B は遅相板 7 3 に形成された開口部を介して平面アンテナ部材 7 1 に接続されている。

【0023】

前記平面アンテナ部材 7 1 は例えば厚さ 1 mm 程度の銅板からなり、図 3 に示すように例えば円偏波を発生させるための多数のスロット 7 4 が形成されている。このスロット 7 4 は略 T 字状に僅かに離間させて配置した一対のスロット 7 4 A、7 4 B を 1 組として、周方向に沿って例えば同心円状や渦巻き状に形成されている。なおこのスロット 7 4 は略八字状に僅かに離間させて配置させてもよい。このようにスロット 7 4 A とスロット 7 4 B とを相互に略直交するような関係で配列しているので、2 つの直交する偏波成分を含む円偏波が放射されることになる。この際スロット対 7 4 A、7 4 B を遅相板 7 3 により圧縮されたマイクロ波の波長に対応した間隔で配列することにより、マイクロ波が平面アンテナ部材 7 1 から略平面波として放射される。

【0024】

また処理容器 1 の底部には排気管 1 3 が接続されており、この排気管 1 3 の基端側には例えばバタフライバルブなどからなる圧力調整部 1 4 を介して真空排気手段である真空ポンプ 1 5 が接続されている。更にまた処理容器 1 の内壁の内面側には、加熱手段であるヒ

ータ16が設けられた囲い部材(ウオール部)17が設けられている。

【0025】

そしてこのプラズマ処理装置は制御部10を備えており、前記ガス供給機器群35、51、53、55を制御すると共に、圧力調整部14及びヒータ16、ウエハWを処理容器1に対して受け渡しを行う図示しない搬送機構などを制御するように構成されている。より具体的には、処理容器1内で行われる後述の成膜処理、クリーニング処理、プリコート処理などの各処理のプロセス条件を既述したレシピやウエハWの搬送のタイミングなどの情報を含むシーケンスプログラムを記憶した記憶部を備えている。このプログラムは、1枚のウエハWを成膜処理するたび毎にクリーニング処理及びプリコート処理を行うように作成されている。

【0026】

続いてこの装置にて実施される本発明の成膜方法の一例について説明する。先ず図示しないゲートバルブを介して例えば表面に配線が形成された基板であるウエハWを搬入して載置台2上に載置する。続いて処理容器1の内部を所定の圧力まで真空引きし、第2のガス供給部であるガス供給路4を介してプラズマガスである希ガス例えばArガスを所定の流量例えば300sccmで供給すると共に、ガス供給路33を介して第1のガス供給部3から原料ガス例えばC5F8ガスを所定の流量例えば170sccmで供給する。そして処理容器1内を例えばプロセス圧力13.3Pa(100mTorr)に維持し、載置台2の表面温度を例えば370℃に設定する。

【0027】

一方マイクロ波発生手段12から2.45GHz、2000Wの高周波(マイクロ波)を供給すると、このマイクロ波は、TMモード或いはTEモード或いはTEMモードで同軸導波管11内を伝搬してアンテナ部7の平面アンテナ部材71に到達し、同軸導波管11の内部導体11Bを介して、平面アンテナ部材71の中心部から周縁領域に向けて放射状に伝搬される間に、スロット対74A、74Bからマイクロ波が誘電体プレート6を介して下方側の空間に向けて放出される。ここで誘電体プレート6はマイクロ波が透過可能な材質例えばAl2O3(アルミナ)により構成されているので、マイクロ波透過窓として作用し、マイクロ波はこれらを効率良く透過していく。

【0028】

このとき既述のようにスロット対74A、74Bを配列したので、円偏波が平面アンテナ部材71の平面に亘って均一に放出され、この下方の処理空間の電界密度が均一化される。そしてこのマイクロ波のエネルギーにより、第1のガス供給部3の上方空間に高密度で均一なアルゴンガスのプラズマが励起される。一方第1のガス供給部3から吹き出したC5F8ガスは開口部36を介して上側に回り込み、前記プラズマに接触して活性化され、C5F8ガスから生成された活性種が前記開口部36を介して第1のガス供給部3の下方側の成膜処理空間に降りてきて、ウエハWの表面に堆積してフッ素添加カーボン膜からなる層間絶縁膜が例えば200nmの膜厚で成膜される。即ちこのプラズマ処理装置によれば、上方側のプラズマ空間の下方側に活性種が存在する成膜空間(ここは発光していない)が形成され、いわばソフトな活性種によりフッ素添加カーボン膜が成膜されるので、緻密で密着性が高く、熱的安定性の高い薄膜が得られる。

【0029】

図4(a)はこのような成膜処理が行われている様子を示す説明図であり、ウエハWだけでなく、処理容器1の内部にもフッ素添加カーボン膜100が成膜されていること示している。こうしフッ素添加カーボン膜が成膜されたウエハWは、図示しないゲートバルブを介して処理容器1から搬出される。

【0030】

ウエハWの成膜処理が終了して処理容器1から搬出されると、続いてクリーニング工程を行う。このクリーニング工程は、先の成膜工程において誘電体プレート6の下面にもフッ素添加カーボン膜100が付着することから(図4(a)では便宜上膜を誇張して記載してある)、この膜100を除去する目的で行われる。

【0031】

先ず図示しない搬送手段により処理容器1内にダミーウエハDWを搬入して載置台2上に載置する。これは、これから行われるクリーニング工程時に載置台2上の表面をエッチングされることを防止し、続くプリコート工程において載置台2上に薄膜が成膜されてそのためにその後の製品ウエハの裏面に薄膜が付着することを防止するためである。このようにダミーウエハDWを用いることが好ましいが、クリーニングガスによる載置台表面の損傷の心配がなく、また製品ウエハの裏面への膜の付着の懸念がないと判断されれば、ダミーウエハDWを載置せずにこれら工程を行ってもよい。そしてガス供給機器群51、53及び55の各バルブを開いてガス供給路4を介して処理容器1内にO₂ガス、H₂ガス及び希ガスこの例ではArガスを夫々所定の流量例えば300 sccm、300 sccm及び200 sccmで供給すると共に、処理容器1内を例えばプロセス圧力13.3 Paに維持し、かつ載置台2の表面温度を300℃に設定する。このとき処理容器1の内壁温度は170℃程度である。

【0032】

一方マイクロ波発生手段12から2.45 GHz、2000 Wのマイクロ波を供給して、既述のようにプラズマを励起させ、このプラズマにより前記ガス供給部2から供給されるO₂ガス及びH₂ガスを活性化（プラズマ化）させる。O₂ガスのプラズマ化により例えば酸素ラジカルやイオンからなる酸素の活性種（プラズマ）が発生し、この酸素プラズマは処理容器1の内部である壁面、誘電体プレート6の下面及び第1のガス供給部3であるアルミニウム製のシャワーヘッド表面などに付着したフッ素添加カーボン膜と反応する。即ち酸素プラズマがフッ素添加カーボン膜のCとFとの結合を切断し、これによって生じるCやFの分解生成物が蒸発して飛散して行き、排気口13を介して処理容器1の外部に排出される。このときフッ素ラジカルが発生するが、H₂ガスのプラズマ化により発生した水素ラジカルによりフッ素ラジカルがHFとなって飛散し、アルミニウム部材の腐食が抑制される。また酸素ラジカルとフッ素添加カーボン膜の炭素とが反応して生成された有機物の一部が水素ラジカルにより分解される。

【0033】

こうして酸素プラズマ及び水素プラズマによるクリーニングを例えば30秒行い、図4(b)に示すように誘電体プレート6や第1のガス供給部（ガスシャワーヘッド）3に付着しているフッ素添加カーボン膜100が除去される。

【0034】

クリーニング工程としては、酸素プラズマ及び水素プラズマによるクリーニングに限らず酸素プラズマによりクリーニングを行ってもよいし、また酸素プラズマによるクリーニングを行い、その後水素プラズマによるクリーニングを行ってもよい。また第2のガス供給部4を第1のガス供給部3と兼用してもよく、つまりArガスなどの希ガス、O₂ガス及びH₂ガスをガスシャワーヘッドである第1のガス供給部3から供給するようにしてもよく、この場合においてもガスシャワーヘッドの開口部36（図2参照）からその上方側の空間に拡散していくので、同様の作用が得られる。

【0035】

クリーニング工程が終了すると、続いて図4(c)に示すように、処理容器1の内部である壁面、誘電体プレート6の下面及び第1のガス供給部3であるアルミニウム製のシャワーヘッド表面などに対してプリコート膜（フッ素添加カーボン）101を成膜するプリコート処理を行う。プリコート工程を行う目的の一つとしては、第1のガス供給部3がアルミニウム製であるため、酸素プラズマ及び水素プラズマによりクリーニングを行うとアルミニウムが剥き出しの状態になり、コンタミネーションのおそれがあることから、アルミニウムの表面を不働態化することにある。

【0036】

また他の目的としては、処理容器1内にフッ素添加カーボン膜が付着している状態で酸素プラズマを照射すると、フッ素添加カーボン膜が灰化して除去されるが、その一方でC-C-C-OやCFOなどの分子量の多い残渣生成物が壁面やシャワーヘッドに付着し、

次に行われるウエハWの成膜処理時に当該ウエハWの表面に取り込まれる懸念があることから、これら残渣生成物をマスキングすることにある。このプリコート膜の処理条件は、ウエハWに対してフッ素添加カーボン膜を成膜したときと同じ条件であるが、プリコート膜の膜厚は、アルミニウムの飛散防止を目的とすることから、例えば1 nm以上であればよい。

【0037】

一方、先のクリーニング工程は、誘電体プレート6の下面にフッ素添加カーボン膜が付着すると、既述のようにマイクロ波の一部が吸収されて成膜処理に影響がでないようにすることを目的としているため、この観点からすればプリコート膜の膜厚はできるだけ薄い方がよく、従ってプリコート膜の目標膜厚はマージンを見て例えば1~10 nm程度に設定することが好ましい。

【0038】

上述の実施の形態によれば次のような効果がある。即ち、上述のプラズマ処理装置によれば、載置台2と対向する平面アンテナ部材71からマイクロ波を放射し、導電性部材からなる第1のガス供給部3と誘電体プレート6との間にアルゴンガスのプラズマを発生させ、また第1のガス供給部3と載置台2との間にいわばソフトなプラズマを形成しているため、例えば電子密度が例えば 5×10^{11} 個/cm³もの高密度なしかも電子温度の低いプラズマが得られる。このため原料ガスであるC5F8ガスのCF結合が適度に切れて、立体的な連鎖構造が得られ、低誘電率で電気的特性の優れた、具体的にはリーク電流の小さいフッ素添加カーボン膜が得られる。

【0039】

実際に上述の実施の形態に記載した処理条件で膜厚が200 nmのフッ素添加カーボン膜を成膜し、この薄膜の比誘電率とリーク電流とを測定したところ、比誘電率が2.3、リーク電流が 1.0×10^{-8} (A/cm) / (1 MV/cm) と良好な膜質であった。これに対して同じ原料ガスを用いてECRプラズマ装置によりフッ素添加カーボン膜を成膜したところ、比誘電率が2.5以上で、またリーク電流が 1.0×10^{-7} (A/cm) / (1 MV/cm) もの大きな値であった。

【0040】

また1枚のウエハWに対して成膜処理が行われる毎に酸素プラズマにより処理容器1内をクリーニングしているため、成膜処理により誘電体プレート6に付着したフッ素添加カーボン膜が常に次のウエハWの成膜処理の前に除去される。背景技術の項目のところで述べたように誘電体プレート6にフッ素添加カーボン膜が付着するとマイクロ波が吸収され、その付着している膜の厚さは誘電体プレート6の面においては不均一であるため、結果としてウエハW上におけるフッ素添加カーボン膜の膜厚の面内均一性が悪化する。従ってこの実施の形態によれば、誘電体プレート6の面におけるマイクロ波の吸収の影響が成膜処理に影響を与えなくなる。

【0041】

一方クリーニング工程に続くプリコート工程においては、処理容器1内にて成膜されるプリコート膜の膜厚が小さいと、従来のように12枚ものウエハを処理した後にクリーニング工程、プリコート工程を行う場合には、初めのウエハの成膜速度と終わりウエハの成膜速度が大きく異なってくる。その理由は、処理容器1内のプリコート膜が薄い場合と厚い場合とでは、プリコート膜の上に成膜されるとき速度が異なる（薄い場合には成膜速度が速い）からである。ここでこの実施の形態では、1枚のウエハWを成膜処理する度毎にクリーニング工程、プリコート工程を行っているため、各ウエハWの間で処理環境が同じであるからつまり処理容器1内に付着しているプリコート膜を含む膜の膜厚が同じであるから、ウエハW間における膜厚の均一性は良好である。

【0042】

この点についてももう少し具体的に詳述すると、本発明者はクリーニング工程の後に目標膜厚を300 nmに設定してウエハの成膜処理を順次行い、各ウエハの膜厚を測定したところ、8枚目以降は顕著に膜厚が目標膜厚よりも小さくなっていた。このため誘電体プ

レート6に付着するフッ素添加カーボン膜がマイクロ波を吸収していることが裏付けられる。そしてその吸収の程度は誘電体プレート6に付着するフッ素添加カーボン膜の膜厚に対応すると推測され、層間絶縁膜の薄膜化が進むと、付着膜厚が小さくともウエハ上の膜厚の面内均一性に影響を及ぼすことは確実である。一方プリコート工程を行う場合、その後の特許文献1のように10枚以上をも連続処理しようとする、ウエハ間において膜厚が均一になるようにするためには、プリコート膜の膜厚を1000nm程度以上としなければならず、このような膜厚にすると、マイクロ波の吸収の影響の問題がクローズアップされてくる。従ってRSLAを用いたプラズマ処理装置においては、1枚のウエハWを成膜処理する度毎にクリーニング工程、プリコート工程を行うことは有効な技術である。

【0043】

また第1のガス供給部3であるシャワーヘッドを構成するアルミニウム部材の表面はC5F8ガスのプラズマによりアルミニウムのフッ化物が生成されて不動態化しているが、酸素プラズマに曝されるとAl-Fの結合のうちAlが酸素により切断され、アルミニウムが剥きだしの状態になる。また酸素ガスと水素ガスとの混合ガスのプラズマによりクリーニングする場合には、Al-FのFが水素と結合してフッ化水素として飛散し、やはりアルミニウムが剥きだしの状態になる。この状態でウエハWに対して成膜処理が行われると、アルゴンイオンによりスパッタされてアルミニウムがウエハW上のフッ素添加カーボン膜中に取り込まれるおそれがある。従ってクリーニング後にプリコートを行ってフッ素添加カーボン膜からなるプリコート膜を処理容器1内の壁面やシャワーヘッドなどに付着させれば、アルミニウムの飛散を抑えることができる。なお処理容器1やガス供給部3はアルミニウムに限らずアルミニウム合金であってもよく、この場合にも耐食性が大きいのでプラズマ処理装置の部品の材料として有効である。

【0044】

更に本発明は、上述の実施の形態においてプリコート工程に代えて、表面酸化処理工程を行ってもよい。この工程は、第1のガス供給部3や処理容器1を構成するアルミニウム部材の表面を酸素ラジカルによって酸化し、酸化物被膜を形成するものである。より具体的には酸素ラジカルと共に希ガスのプラズマを併用して処理するものであり、ガス供給路4からO₂ガス及び希ガスである例えばArガスを例えば500sccm及び100sccmの流量で処理容器2内に供給しながら圧力を例えば13.3Paに維持し、2.45GHz、2000Wのマイクロ波を既述のように処理容器1内に導入して、O₂ガス及びArガスを活性化（プラズマ化）させ、酸素ラジカルによりアルミニウムに対して酸化処理を行う。このとき酸化物中に微量に希ガス成分であるArが取り込まれ、被膜の膜応力が抑制されて高い密着力が得られる。希ガスとしてはArガスに限らずHe（ヘリウム）ガス、Ne（ネオン）ガス、Kr（クリプトン）ガス、Xe（キセノン）ガスなどを用いることができる。

【0045】

以上において、フッ素添加カーボン膜の用途としては層間絶縁膜に限らず他の絶縁膜であってもよい。また原料ガスとしてはC5F8ガスに限らず、CF₄ガス、C2F₆ガス、C3F₈ガス、C3F₉ガス及びC4F₈ガスなどを用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明方法を実施するためのプラズマ処理装置の一例の全体構成を示す断面図である。

【図2】前記プラズマ処理装置に設けられる第1のガス供給部の一部を示す平面図である。

【図3】前記プラズマ処理装置に設けられるアンテナ部を示す斜視図である。

【図4】本発明方法を説明するための工程図である。

【図5】本発明の課題を説明するための説明図である。

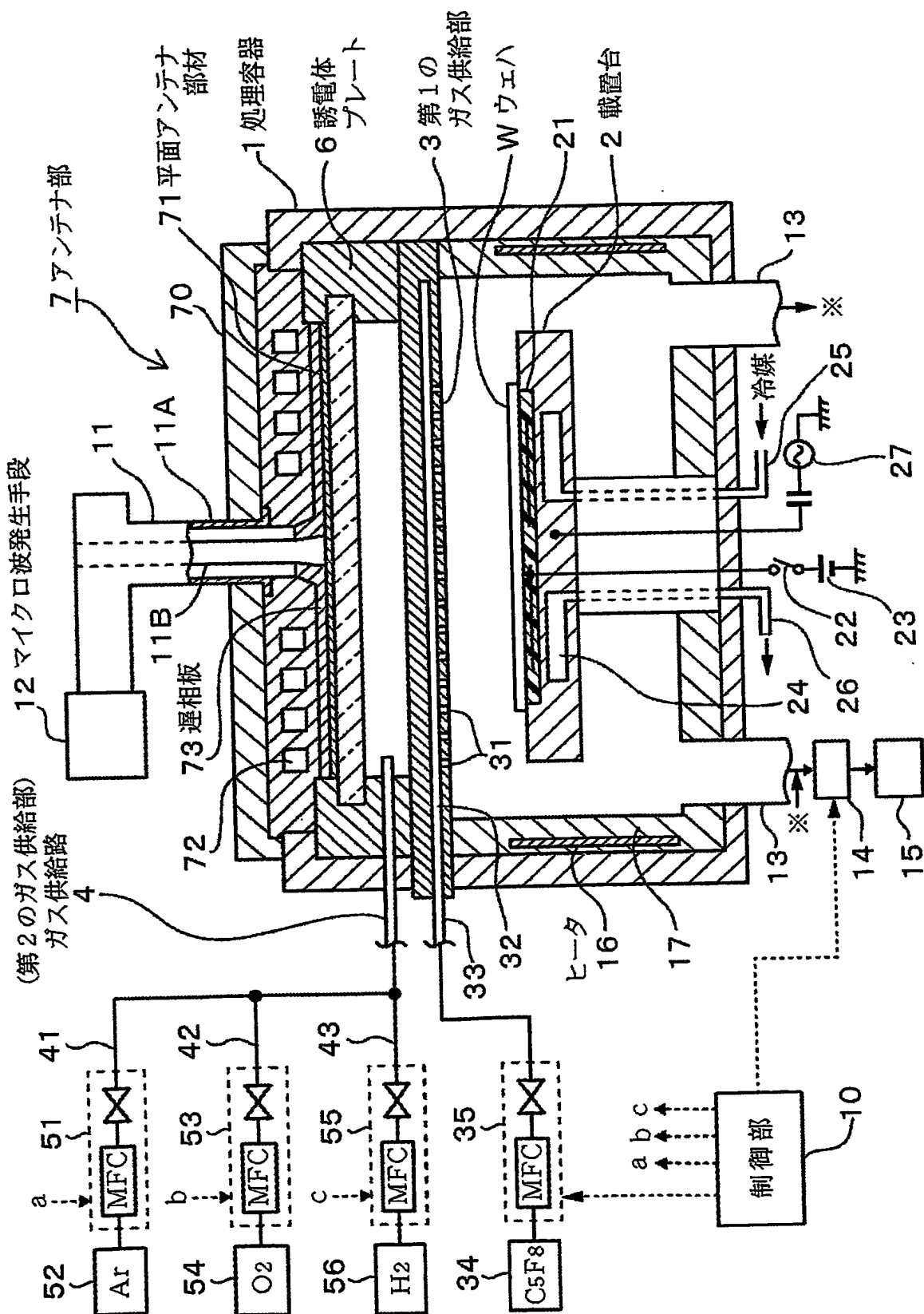
【符号の説明】

【0047】

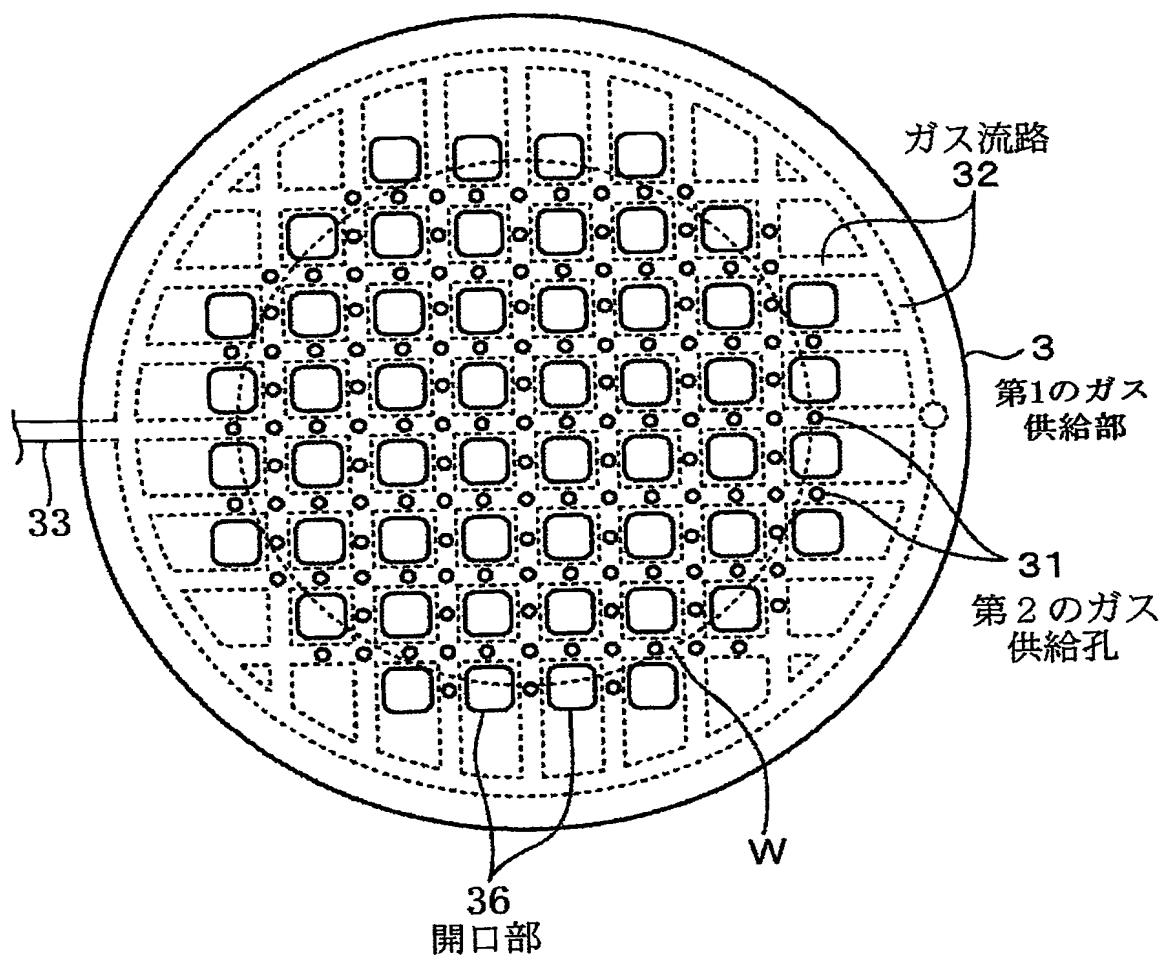
W	半導体ウエハ
1	処理容器
1 0	制御部
1 1	同軸導波管
1 2	マイクロ波発生手段
2	載置台
2 7	バイアス用の高周波電源部
3	第 1 のガス供給部 (シャワーヘッド)
3 1	ガス供給孔
3 3	ガス供給路
3 6	開口部
4	第 2 のガス供給部 (ガス供給路)
3 5、5 1、5 3、5 5	ガス供給機器群
6	誘電体
7	アンテナ部
7 1	平面アンテナ部材
7 4	スロット部
1 0 0	フッ素添加カーボン膜

【書類名】 図面

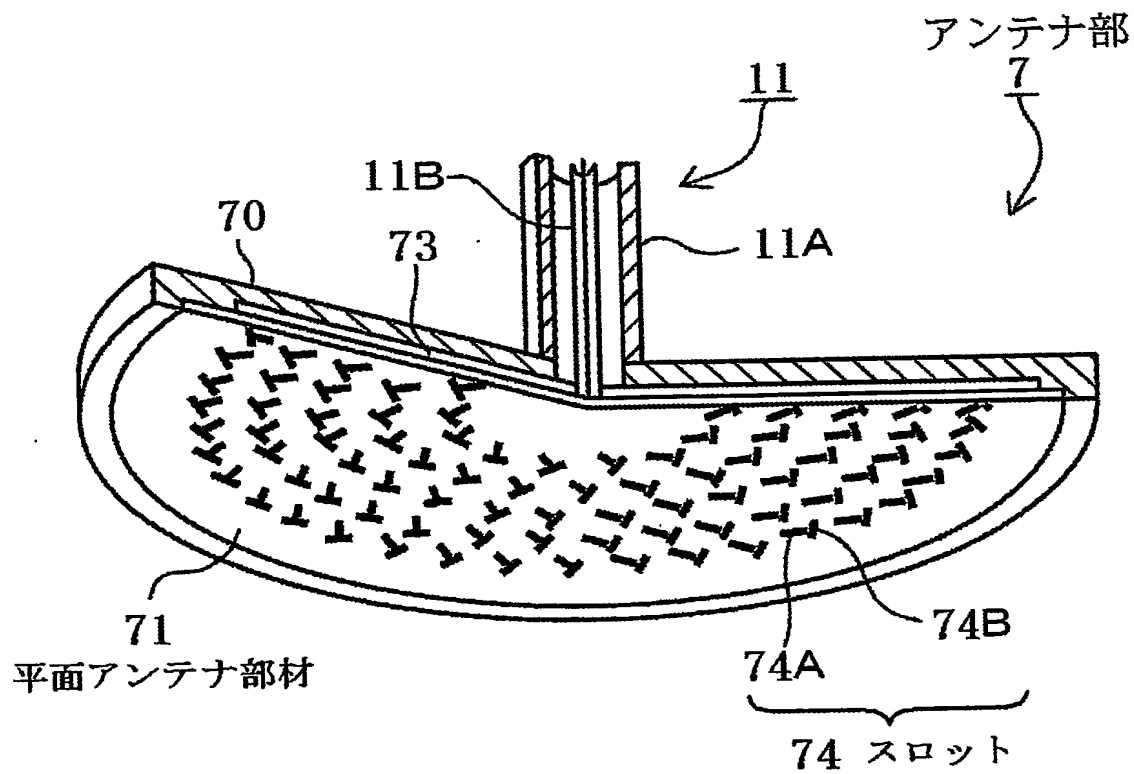
【図 1】



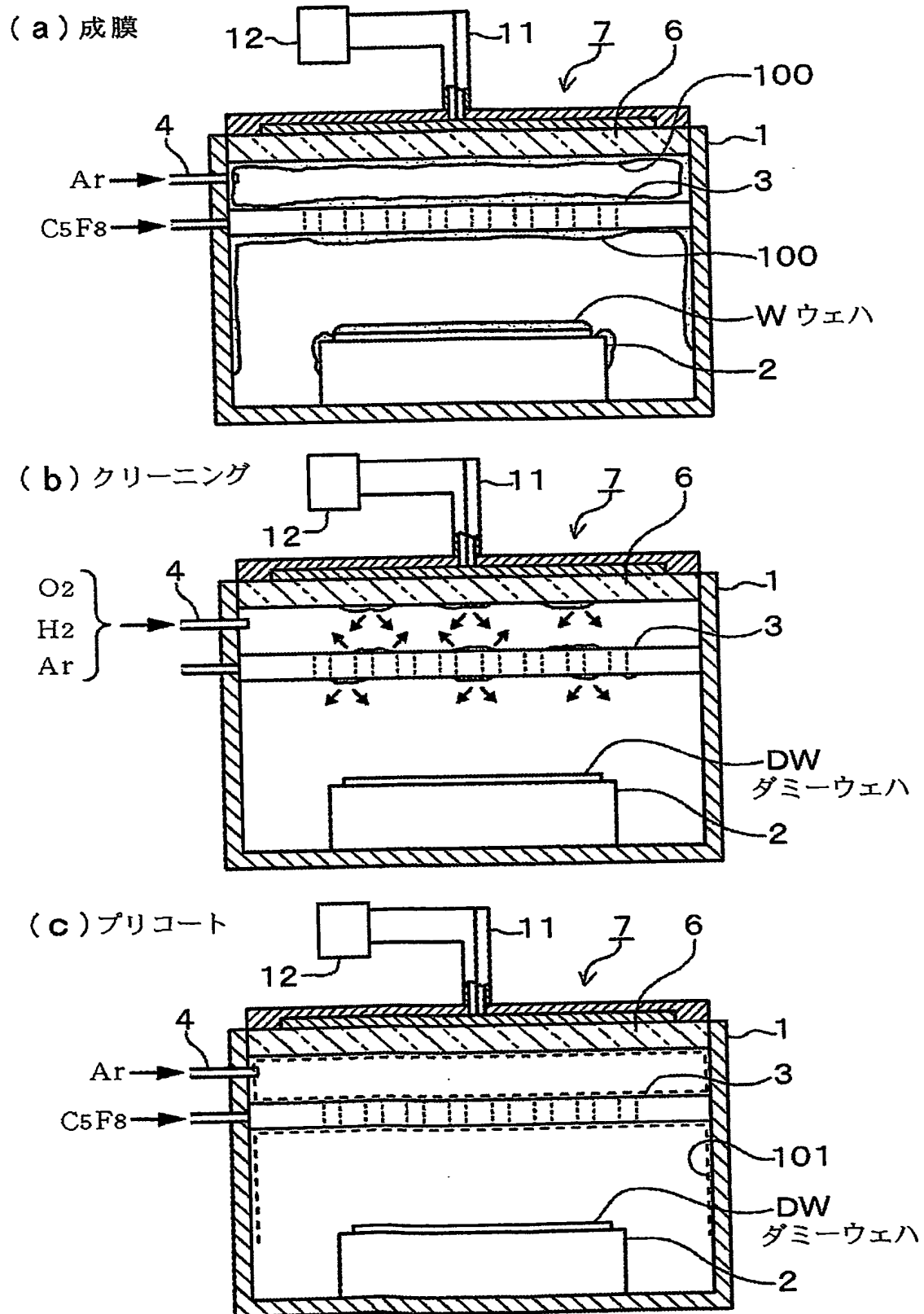
【図 2】



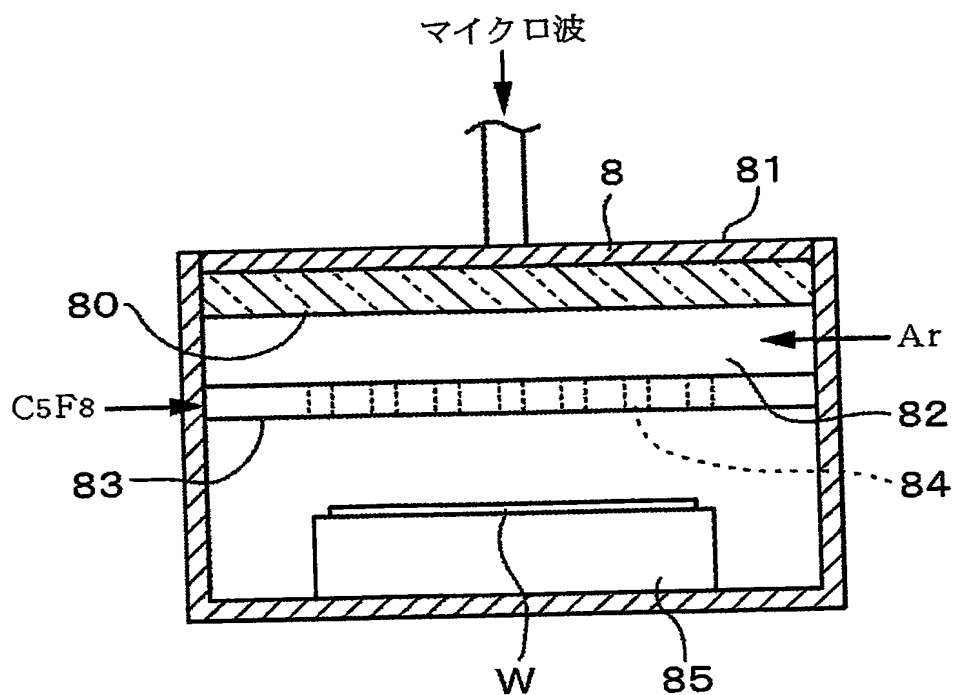
【図3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 平面アンテナ部材から誘電体プレートを介してマイクロ波を処理容器内に放射し、C5F8ガスをプラズマ化してフッ素添加カーボン膜を半導体ウエハ上に成膜するにあたり、誘電体プレートに付着するフッ素添加カーボン膜によるマイクロ波の吸収の影響をなくすこと。

【解決手段】 半導体ウエハを1枚成膜処理する度毎に、例えば酸素ガス及び水素ガスにより処理容器内をクリーニングする。このとき処理容器内のアルミニウムからなるガスシヤワーヘッドの表面の不働態膜を分解するので、プリコートする必要があるが、プリコート膜であるフッ素添加カーボン膜が薄い場合にはその後のウエハ間の膜厚の均一性が悪くなり、また厚いとマイクロ波の吸収の問題がある。そこでウエハを1枚処理する毎にクリーニングすると、プリコート膜を薄くしながらウエハ間の膜厚について高い均一性を確保できる。

【選択図】 図4

特願 2003-389691

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	2003年 4月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.